Québec

Note de recherche forestière n° 114

Le rabattage des plants à racines nues et l'utilisation de plants en récipients pour contrer l'anthracnose dans les nouvelles plantations de Chêne rouge

Denis ROBITAILLE

F.D.C. 236
L.C. SD 397.012

Résumé

L'anthracnose est une maladie qui affecte le Chêne rouge dans les jeunes plantations en provoquant le dessèchement de la flèche terminale. S'ensuivent donc une reprise de la croissance en hauteur à partir de bourgeons situés dans la partie basse du plant et, souvent, des défauts de forme. Le rabattage des plants et l'utilisation de plants en récipients ont été identifiés comme des solutions potentielles au problème de l'anthracnose. Dans cette étude, trois types de plants ont été comparés au cours de leurs six premières saisons de croissance : des plants 1-0 produits en récipients, des plants 2-0 à racines nues rabattus à 45 cm de hauteur et des plants 2-0 à racines nues non rabattus. Aucune différence n'a été obtenue entre les trois types de plants quant à leur développement en hauteur, en longueur de la pousse annuelle et en diamètre, ni au sujet de la hauteur cumulative et de la surface terrière des plantations. Toutefois, la proportion des sujets affectés par l'anthracnose à la première saison de croissance était plus élevée pour les plants non rabattus que pour les deux autres types de plants. Cette différence s'est toutefois estompée dès la saison suivante. Étant donné les dommages causés aux jeunes Chênes rouges par l'anthracnose, le rabattage et l'utilisation rationnelle en pépinière des pesticides appropriés sont proposés pour réduire l'incidence de cette maladie dans les plantations.

Mots clés : rabattage, plantations de feuillus, anthracnose, Chêne rouge.

Abstract

Anthracnose is a disease that affects young red oak plantations, causing terminal shoot dieback and new shoot development from buds in the lower stem. Serious problems with tree shape are often associated with it. Clipping of the seedling head and using seedlings produced in multi-cell pots have been identified as possible solutions. In this study, three types of seedlings were compared during their first six growing seasons: 1-0 seedlings produced in containers, 2-0 bareroot seedlings clipped at a height of 45 cm, and 2-0 bareroot seedlings not clipped. No difference was observed among the three types of seedlings in terms of height growth, length of terminal shoot and diameter, nor for the cumulative height and basal area of the plantations. However, the proportion of seedlings affected by anthracnose in the first growing season was higher for unclipped seedlings than for the two other types, but the difference disappeared the following year. Considering that anthracnose damages young red oak seedlings, clipping and the rational nursery use of appropriate pesticides are proposed to reduce the occurrence of this disease in young red oak plantations.

Keywords : Clipping, hardwood plantations, anthracnose, red oak.

Direction de la recherche forestière
2700, rue Einstein
SAINTE-FOY (Québec) G1P 3W8 Canada

Téléphone : (418) 643-7994
Télécopieur : (418) 643-2165
Courriel : rech.for@mrn.gouv.qc.ca

Introduction

Depuis le milieu des années 1980, on dénote une recrudescence de l'intérêt chez les forestiers, producteurs comme conseillers, pour la plantation des feuillus nobles. On plante des feuillus nobles en ayant comme principal objectif la production de bois d'œuvre (Dupuis 1997, Patry 1999) mais aussi pour l'acériculture, l'aménagement de haies brise-vent ou d'ouvrages de protection des berges contre l'érosion (Dumont 1995). Les producteurs forestiers voient l'occasion de revaloriser leurs terres agricoles laissées à l'abandon (Bazin 1990, Labrecque 1999, Robitaille 1994, von Althen 1979) ou d'enrichir avec des feuillus de valeur leurs friches arbustives (Patry 1999, Truax et Gagnon 1994) ou leurs forêts dégradées (Truax 1995, Truax *et al.* 2000). Le Chêne rouge s'établit et pousse bien autant sous un couvert forestier partiel (Boudru 1986, Johnson 1989, Johnson *et al.* 1986) qu'en milieu ouvert (Dumont 1995, Robitaille 2002). Il est une des espèces les plus intéressantes pour le reboisement, tant par sa plasticité que par la valeur de ses produits.

Les producteurs forestiers et les pépiniéristes ont remarqué que le Chêne rouge avait du mal à s'établir en plantation. On notait fréquemment dans les plantations fraîchement établies un dessèchement de la flèche terminale de l'année précédente et une reprise des plants à partir des bourgeons situés dans la partie basse du plant. Quelques analyses phytosanitaires ont révélé que cette situation était causée par l'anthracnose du Chêne rouge. Il s'agit d'une maladie foliaire causée par le pathogène *Apiognomonia quercina* dans son stade des conidies, *Discula quercina* (Sinclair *et al.* 1987). Celui-ci peut également infecter les pousses de l'année du Chêne rouge et causer leur dépérissement. Ces jeunes pousses meurent toujours avant le débourrement printanier, ce qui donne naissance aux flèches terminales desséchées. On croit que les tiges s'infectent par le développement des hyphes du champignon à travers le pétiole des feuilles jusqu'au cambium de la pousse (Sinclair *et al.* 1987).

En pépinière, on détecte la présence du champignon sur les feuilles des Chênes rouges produits à racines nues dès leur première saison de croissance. Puisqu'il ne cause pas d'avarie grave pour les jeunes plants et qu'il est omniprésent dans l'environnement, aucune intervention n'est habituellement faite pour en contrôler la propagation. Les feuilles chargées de l'*inoculum* agissent cependant comme source de contamination. En effet, elles tombent à l'automne et passent l'hiver enfouies sous la neige. Très tôt au printemps suivant, au début de la deuxième année de croissance en pépinière, le nouveau feuillage est infecté par les spores du champignon. Quelque temps plus tard, le cambium de la pousse annuelle est touché. Cela a pour conséquence de produire un chancre, qui demeure cependant relativement difficile à détecter pendant la saison de croissance. Ce n'est que rendu sur le terrain de la plantation, au printemps de la troisième année de croissance du plant, que les premières manifestations du chancre sur le Chêne rouge deviennent évidentes. Le chancre a alors annelé la pousse de la deuxième année de croissance. Cela a souvent pour effet de causer des défauts de forme puisque de nouvelles branches se développent à partir des bourgeons situés en deçà du point d'infection. Le problème est sérieux. Outre les pertes financières causées par cette situation, autant en pépinière que sur le terrain, on constate un impact négatif sur les producteurs qui hésitent à utiliser le Chêne rouge dans leurs travaux de reboisement.

Pour corriger cette situation, quelques solutions ont été suggérées. On peut d'abord régler le problème à la source en éliminant la présence du pathogène par l'application des fongicides appropriés. On peut également recourir à des méthodes plus douces pour réduire les effets de la maladie sur le développement des plants de Chêne rouge. Une première méthode consiste à utiliser dans la plantation des plants produits en une seule saison de croissance, particulièrement ceux produits en serre-tunnel. L'absence du pathogène dans les serres-tunnels et le court délai de production font en sorte que les plants sont pratiquement exempts de la maladie. Les plants sont cependant de plus petites dimensions et peuvent ne pas convenir à toutes les situations de reboisement. Le rabattage à la pépinière, sous le point d'infection du chancre, après l'extraction des plants à racines nues, constitue une autre solution intéressante pour limiter les dégâts causés par le chancre, car celui-ci ne se développe pas vers le pied de la tige. Toutefois, l'allure d'un plant de Chêne rouge rabattu rebute plus d'un producteur forestier qui met en doute le bon développement des plants étêtés.

Dans le contexte de l'utilisation rationnelle des pesticides en pépinière, les deux dernières méthodes proposées apparaissent plus attrayantes que la première. Il faut savoir que le pathogène est présent partout dans l'est de l'Amérique du Nord et que les conditions de culture du Chêne rouge en pépinière favorisent son développement ainsi que sa dispersion. Mais quelles sont les conséquences d'utiliser des plants rabattus et des plants en récipients de plus petites dimensions sur le développement des Chênes en plantation? Cette expérience présente les résultats de six années de croissance d'une plantation de Chênes rouges en récipients, de Chênes rouges à racines nues avec la tige principale rabattue et d'autres dont la tige n'a pas été rabattue.

Méthodes

Description de la station

La figure 1 indique la position géographique de la station expérimentale de Beaumont. Celle-ci est située à environ 40 km à l'est de la ville de Québec, sur la rive sud du Saint-Laurent (70° 57' 20" de longitude Ouest et 46° 50' 45" de latitude Nord). Cette station fait partie du sous-domaine de l'Est du lac Saint-Pierre (région écologique 2b), dans le domaine bioclimatique de l'érablière à Tilleul (Ansseau *et al.* 1996). Le sol est un loam sableux bien drainé dont le pH ($CaCl_2$) moyen est de 4,3. La description des caractéristiques de la station apparaît dans Robitaille (2002).

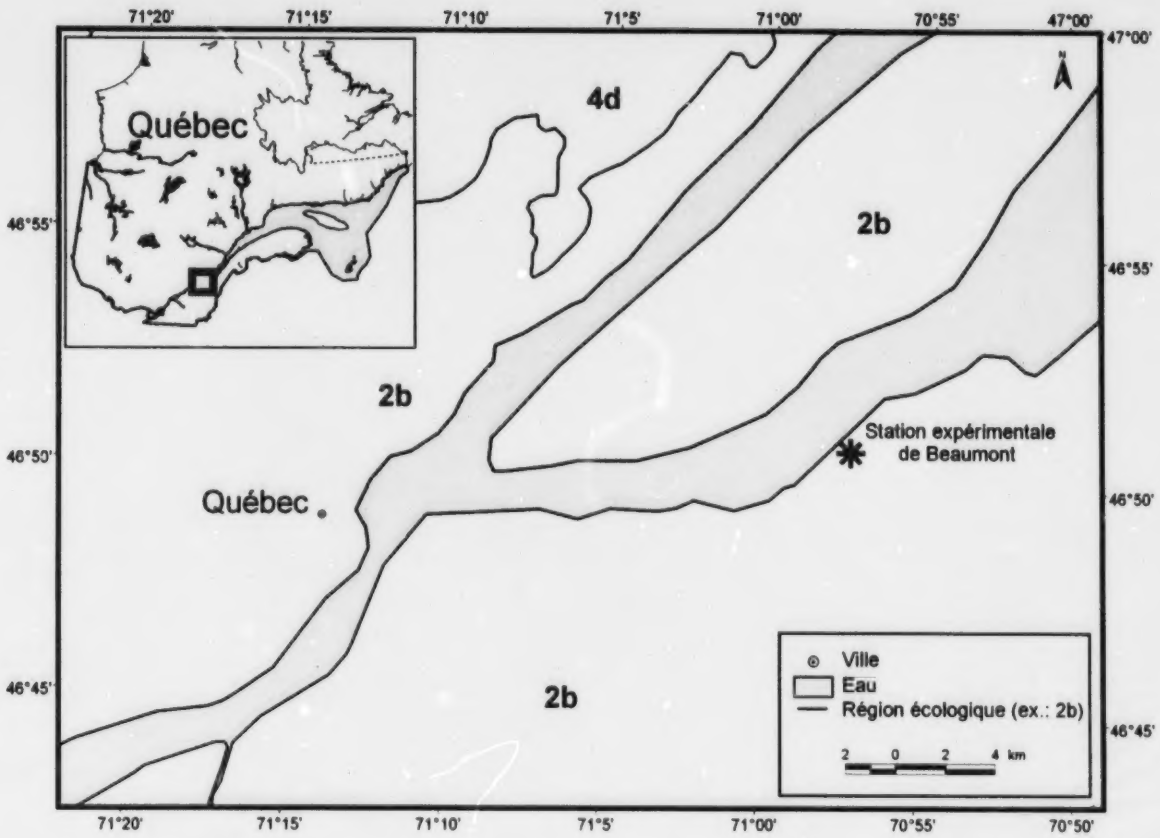

Figure 1. Localisation de la station expérimentale de Beaumont, région écologique 2b.

Dispositif expérimental

Les Chênes rouges utilisés dans cette expérience proviennent de la pépinière forestière de Berthier. Ceux-ci ont été plantés à un espacement de 2 m x 2 m, c'est-à-dire à une densité de 2 500 plants/ha. Trois catégories de plants de Chêne rouge ont été mises en terre. Il y avait des plants de un an produits dans des récipients multi-cellules de 340 ml, des plants de deux ans à racines nues dont la tige principale a été rabattue à une hauteur approximative de 45 cm et des plants de deux ans à racines nues qui n'ont pas été rabattus. Le détail des caractéristiques morphologiques des plants apparaît au tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques des plants de Chêne rouge lors de leur mise en terre à Beaumont (n = 80 par type de plant)

Type de plants	Description des plants	Hauteur[1] (cm)	Diamètre[1] au collet (mm)	H/D[1]
Récipients	Plants de un an (1-0), produits en récipients de 340 ml la cavité, de la classe 20-55 cm de hauteur	40,5 (7,2)	6,0 (1,1)	6,9 (1,3)
Rabattus	Plants de deux ans (2-0), produits à racines nues, de la classe 50-90 cm de hauteur, rabattus à 45 cm	44,0 (3,2)	8,0 (1,6)	5,7 (1,1)
Non rabattus	Plants de deux ans (2-0), produits à racines nues, de la classe 50-90 cm de hauteur, non rabattus	70,5 (12,9)	8,1 (1,7)	8,9 (1,7)

[1] Les valeurs de l'écart-type sont affichées entre parenthèses.

Le dispositif expérimental respecte les modalités d'un plan factoriel à blocs complets aléatoires, comprenant quatre blocs de trois parcelles. Chacun des trois types de plants a été attribué aléatoirement à une parcelle dans chacun des blocs et planté en groupes de quatre rangées contiguës de cinq plants. Le dispositif comporte donc 80 sujets par type de plant (4 blocs x 20 plants par type), pour un total général de 240 plants.

Dates de réalisation des travaux

Avant la mise en place du dispositif expérimental, le sol de la station a été labouré à une profondeur de 20 cm, puis rotoculté à deux reprises au printemps 1993. La mise en terre des plants a été réalisée le 18 mai. De manière à réduire la probabilité de dommages causés par les rongeurs, la végétation concurrente a été fauchée dans toutes les parcelles, à la fin de l'été, avec une débroussailleuse sur roues. Aucune autre mesure de maîtrise de la végétation concurrente n'a été appliquée. Enfin, vers la mi-octobre de chaque année, un rodenticide (ramik brun) a été répandu au pourtour du dispositif en une ou deux applications espacées de deux à trois semaines.

Paramètres mesurés, méthodes d'analyse et instruments de mesure

Le sol

Des échantillons de sol (n = 28) ont été prélevés à l'automne 1992, l'année précédant l'établissement de la plantation, de manière à bien caractériser la station et à estimer la variation des paramètres du sol. Le détail des paramètres mesurés et les résultats d'analyse sont présentés dans ROBITAILLE (2002). Mentionnons que la texture, le drainage, le contenu en matière organique et la concentration des éléments majeurs des vingt premiers centimètres du sol conviennent à la culture du Chêne rouge dans cette station. Seules les valeurs de pH du sol semblaient être un peu plus faibles que celles suggérées pour satisfaire aux exigences du Chêne rouge en plantation (DUMONT 1995).

Paramètres morphologiques et dendrométriques

Immédiatement après la mise en terre des plants, on a procédé à l'évaluation de leur état de santé et au mesurage de leur hauteur totale et de leur diamètre au collet. Ces mêmes paramètres ont été mesurés à la fin des saisons de croissance 1993 à 1996 et de 1998, en plus de la longueur de la pousse annuelle et du DHP lorsque la tige atteignait une hauteur de 1,3 m (en 1998 seulement). On a également évalué la hauteur cumulative (m/ha), c'est-à-dire la somme des hauteurs de toutes les tiges observées à l'intérieur d'une parcelle, exprimée en fonction d'une superficie d'un hectare. Ce paramètre intègre le taux de survie et la hauteur moyenne selon la catégorie de plants (DORAIS 1991). On a par ailleurs calculé chaque année la surface terrière, au niveau du diamètre au collet (DHC), pour chacun des types de plants. Ce paramètre intègre aussi le taux de survie et la valeur du DHC moyen selon la catégorie de plants.

Analyse statistique

Pour les paramètres morphologiques des plants, on dispose de données dont la structure nous permet d'utiliser l'analyse de variance des mesures répétées. L'évolution des paramètres suivants a été analysée dans le contexte des mesures répétées : la hauteur totale, la longueur de la flèche terminale, le diamètre au collet (DHC), la surface terrière ainsi que la hauteur cumulative. Lorsque l'analyse des mesures répétées indique qu'il existe des différences entre les types de plants et qu'il n'y a pas de parallélisme entre les profils de la variable indépendante dans le temps, on procède à la comparaison multiple des moyennes (LSD de Duncan) pour vérifier comment se distinguent les types de plants chaque année. L'hypothèse nulle de l'égalité des contrastes est rejetée lorsque la valeur de p associée aux comparaisons multiples annuelles est inférieure ou égale à 0,05.

Les analyses statistiques des paramètres morphologiques en mesures répétées ont été réalisées avec la procédure MIXED de SAS® (version 8). Cette procédure a l'avantage d'utiliser dans les modèles toute l'information sur le développement des arbres qui meurent pendant l'expérience, jusqu'à leur dernière saison de croissance. Pour nous assurer que la mortalité est associée à l'effet des types de plants et non à leur faiblesse initiale, seuls les Chênes rouges ayant survécu aux deux premières saisons de croissance ont été utilisés dans les calculs.

Étant donné que l'analyse n'est pas balancée, à cause de la mortalité qui survient en cours d'expérience, le calcul des degrés de liberté a été réalisé en utilisant l'approximation de Satterthwaite. Avec cette approximation, les degrés de liberté ne sont pas nécessairement des nombres entiers. On a également déterminé pour les paramètres étudiés, s'il était pertinent d'utiliser les valeurs initiales du diamètre au collet et de la hauteur comme covariables dans les modèles d'analyse. L'évolution des codes d'état de santé des arbres a été analysée en employant des tableaux de fréquence pour chacune des années.

Résultats

Mortalité

La mortalité a été très faible pour tous les types de plants. Après six saisons de croissance, elle s'établissait entre 2,5 et 5 % selon les types de plants, comme la présente la figure 2. Aucune analyse statistique n'a été réalisée sur ce paramètre étant donné les faibles valeurs observées et le fait qu'il ne semble se dégager aucune tendance particulière selon les types de plants. Le traitement de rabattage, pas plus que l'absence de ce traitement, n'ont entraîné une mortalité anormalement élevée des plants de Chêne rouge.

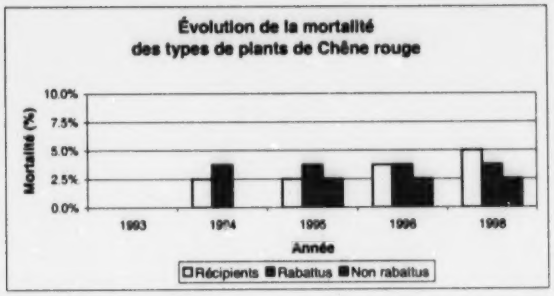

Figure 2. Évolution de la mortalité des types de plants de chêne rouge.

Évolution de l'état de santé des plants

Lors des périodes de mesurages annuels, on a noté que certains Chênes rouges montraient des signes de la présence de l'anthracnose : le dessèchement de la flèche terminale de l'année précédente causée par le développement d'un chancre sur cette pousse. La nouvelle flèche terminale devait donc prendre son origine en deçà du niveau de l'infection. La figure 3 illustre l'ampleur de ce phénomène, qui se manifeste de façon particulière en 1993, l'année de la mise en terre des plants. Cette année-là, pour les plants à racines nues non rabattus, il y a une proportion beaucoup plus élevée des sujets atteints (84 %) que pour les autres types de plants (30 et 35 %). L'année suivante cependant, on note une proportion à peu près égale de sujets manifestant les signes de l'anthracnose pour les trois types de plants (entre 72 et 79 % des plants). Après la troisième saison de croissance (1995), la proportion de plants à « tête sèche » a beaucoup diminué pour devenir marginale par la suite.

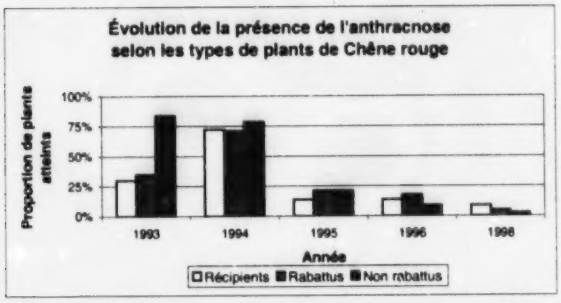

Figure 3. Évolution de la présence de l'anthracnose selon les types de plants de Chêne rouge.

Hauteur totale

L'analyse de la hauteur totale indique qu'il n'y a aucune différence statistique entre les types de plants. De plus, les profils dans le temps suivent des courbes parallèles, ce qui signifie que la hauteur totale se développe au même rythme pour les trois types de plants, comme le révèle la figure 4. Il faut préciser que les données de hauteur moyenne affichées pour 1997 ont été estimées par régression, afin de mieux visualiser la progression de ce paramètre. Celles-ci n'ont pas fait l'objet de l'analyse de variance. En 1998, les plants rabattus et non rabattus n'avaient que 6 cm de différence en hauteur moyenne et ceux-ci n'étaient plus grands que d'un peu plus de 30 cm que les plants en récipients. Le rabattage des plants n'a donc pas eu d'influence notable sur la progression en hauteur des plants, comparativement à ceux qui n'ont pas été rabattus. On a utilisé le diamètre initial comme covariable dans le modèle d'analyse. Les résultats des tests sont présentés au tableau 2.

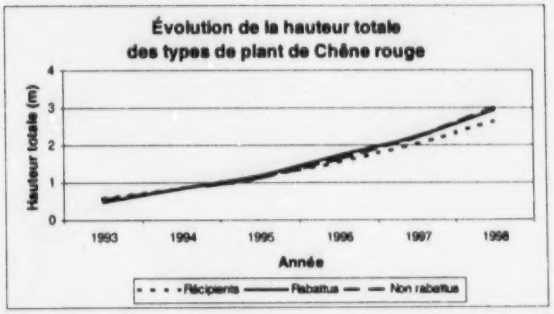

Figure 4. Évolution de la hauteur totale des types de plant de Chêne rouge.

Longueur de la pousse annuelle

Les analyses réalisées sur la longueur de la pousse annuelle n'affichent aucune différence statistique entre les types de plants. Il y a de plus un parallélisme dans les profils de la pousse annuelle des types de plants dans le temps. Au tableau 2 se trouvent les résultats des tests statistiques alors que les valeurs moyennes de la pousse annuelle sont affichées à la figure 5. Les données de la longueur moyenne de la pousse annuelle de 1997 ont été estimées par régression, pour mieux voir l'évolution de ce paramètre. Elles n'ont cependant pas été analysées. On peut noter un léger ralentissement de l'accroissement en hauteur en 1995, saison qui a été particulièrement chaude et sèche à l'échelle de la province. En effet, 1995 est le deuxième été le plus chaud et le septième été le plus sec des 53 dernières années d'observations météorologiques dans la région climatique de la forêt du Nord-Est (ENVIRONNEMENT CANADA 2001). À la fin de l'expérience, en 1998, moins de 1 cm de longueur moyenne de la pousse annuelle distinguait les trois types de plants.

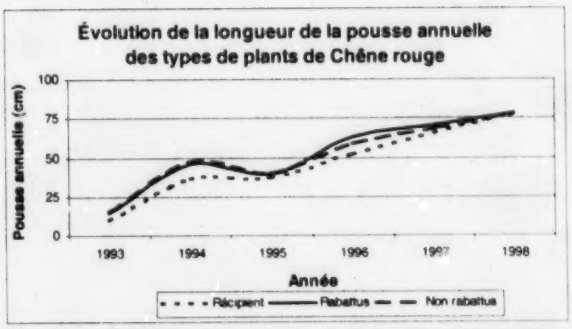

Figure 5. Évolution de la longueur de la pousse annuelle des types de plants de Chêne rouge.

Tableau 2. Tableau d'analyse des mesures répétées sur la hauteur totale, la pousse annuelle, la hauteur cumulative, le diamètre au collet et la surface terrière des plants de Chêne rouge

Effet aléatoire	Variance estimée	Effet fixe	D.L. numérateur[1]	D.L. dénominateur[2]	F	Valeur de p
Hauteur totale						
Bloc	17 440,00	Année	4	36,0	459,20	< 0,0001
Bloc*Type de plant	2 697,33	Type de plant	2	6,0	0,46	0,6493
Bloc*année*Type de plant	13 599,00	Année*type de plant	8	36,0	1,82	0,1060
Résidu	200 028,00	Diamètre initial	1	1 089,0	23,25	< 0,0001
Pousse annuelle						
Bloc	2 582,23	Année	4	36,0	149,02	< 0,0001
Bloc*Type de plant	0,00	Type de plant	2	6,0	3,99	0,0792
Bloc*année*Type de plant	2 382,32	Année*type de plant	8	36,0	0,77	0,6333
Résidu	43 216,00					
Hauteur cumulative						
Bloc	87 147	Année	4	36,0	254,60	< 0,0001
Bloc*Type de plant	0	Type de plant	2	6,0	1,24	0,3532
Bloc*année*Type de plant	0	Année*type de plant	8	36,0	1,29	0,2798
Résidu	271 740					
Diamètre au collet						
Bloc	40 965	Année	4	36,0	340,48	< 0,0001
Bloc*Type de plant	0	Type de plant	2	6,0	0,06	0,9416
Bloc*Année*Type de plant	35 359	Année * trait	8	36,0	0,52	0,8327
Résidu	423 095	Diamètre initial	1	1 089,0	35,49	< 0,0001
Surface terrière						
Bloc	0,01399	Année	4	36,0	90,92	< 0,0001
Bloc*Type de plant	0	Type de plant	2	6,0	0,95	0,4371
Bloc*année*Type de plant	0	Année*type de plant	8	36,0	0,49	0,8532
Résidu	0,03785					

[1] Degrés de liberté au numérateur.
[2] Degrés de liberté au dénominateur.

Hauteur cumulative

L'analyse de la hauteur cumulative montre qu'il n'y a pas de différences statistiques entre les types de plants de Chêne rouge. Le parallélisme des profils de hauteur cumulative dans le temps indique par ailleurs que les types de plants suivent une progression semblable, en prenant en compte ce paramètre. On retrouve au tableau 2 les résultats des tests statistiques et les moyennes annuelles de hauteur cumulative sont présentées à la figure 6. Les valeurs de hauteur cumulative moyenne de 1997 ont été estimées par régression. Elles n'ont toutefois pas été analysées. En 1998, un peu moins de 150 m/ha séparaient les plants rabattus des plants non rabattus, à l'avantage des seconds. Cela dénote une fois de plus le peu d'effet qu'a eu le traitement de rabattage sur le développement en hauteur de la plantation dans son ensemble. Cependant, la plantation de plants de Chêne rouge en récipients avaient une hauteur cumulative de 1 000 m/ha inférieure à celle des plants non rabattus. Quoique non significative, cette différence tend à s'accroître au fil des ans, comme le montre la figure 6.

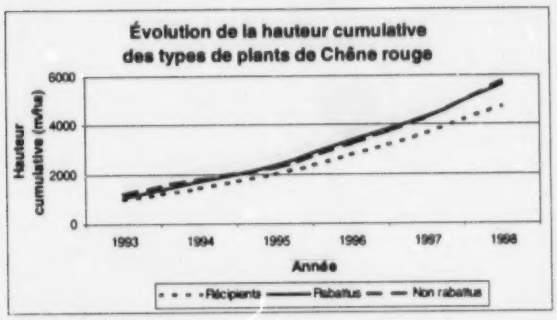

Figure 6. Évolution de la hauteur cumulative des types de plants de Chêne rouge.

Diamètre au collet

L'analyse statistique du DHC ne montre aucune différence entre les trois types de plants. Par ailleurs, les profils du DHC des types de plants de Chêne rouge sont parallèles, comme l'illustre la figure 7. Les résultats des tests sont affichés au tableau 2 et le diamètre initial a été utilisé comme covariable dans le modèle statistique. Les données de 1997 ont été estimées par régression et n'ont pas fait l'objet de l'analyse de variance. Au fil des saisons de croissance, l'évolution du DHC est à peu de choses près identique pour les trois types de plants de Chêne rouge. En 1998, il y avait seulement 2,5 mm de différence en DHC moyen entre les plants rabattus et les plants en récipients et un peu plus de 1 mm entre les premiers et les plants non rabattus. Le traitement de rabattage n'a pas affecté de façon particulière le développement en diamètre des plants, lorsqu'on le compare à celui des plants non rabattus.

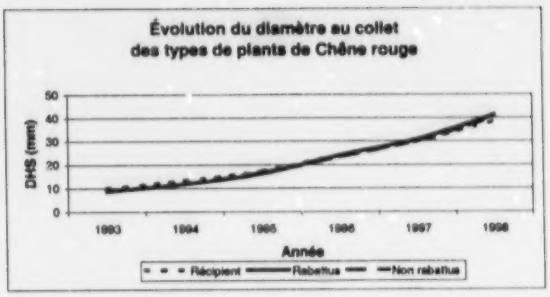

Figure 7. Évolution du diamètre au collet des types de plants de Chêne rouge.

Surface terrière

D'après les résultats de l'analyse de la surface terrière établie au niveau du DHC, il n'y a pas de différence statistique entre les trois types de plants de Chêne rouge. On note également un parallélisme des profils de surface terrière des types de plants dans le temps. Les résultats des tests se retrouvent au tableau 2 et les valeurs annuelles moyennes de surface terrière sont illustrées à la figure 8. Les données de 1997 ont été estimées par régression. Aucune analyse n'a cependant été réalisée avec celles-ci. En 1998, une différence de moins de 0,2 m^2/ha séparaient les plants rabattus de ceux n'ayant pas été rabattus. Cela tend à confirmer à nouveau que le rabattage n'exerce pas d'effet négatif sur le développement de la plantation de Chêne rouge dans son ensemble. Même si celle-ci n'est pas significative, il existait en 1998 une différence de 0,7 m^2/ha entre les plants produits en récipients et ceux ayant été rabattus. La figure 8 montre toutefois que cet écart a tendance à augmenter au fil des années.

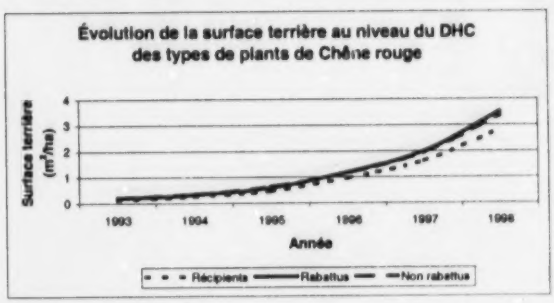

Figure 8. Évolution de la surface terrière au niveau du DHC des types de plants de Chêne rouge.

Discussion

Six ans après la mise en terre du Chêne rouge à Beaumont, aucun des paramètres morphologiques ou dendrométriques n'a montré de différence significative entre les types de plants. Cette absence de différence nous porte à croire que le choix de l'une ou l'autre catégorie de plants (en récipients ou à racines nues) ou de l'un ou l'autre traitement pour les plants à racines nues (rabattage ou non) n'importe peu ou qu'il doit alors reposer sur d'autres critères que celui de la croissance.

L'allure générale des plants est certainement un de ces critères à retenir. L'apparence d'un plant à racines nues de 70 cm de hauteur fraîchement débarqué de la pépinière, dont l'anthracnose cause quelques jours après la mise en terre le dépérissement de la flèche terminale, a de quoi miner la confiance de plusieurs dans le Chêne rouge en plantation. D'autant plus que la nouvelle flèche terminale de ces plants se fera souvent à partir de bourgeons situés à moins de 30 cm du sol. À tort ou à raison, les producteurs forestiers ont l'impression de perdre une année de croissance, la plus importante pour l'établissement des plants, la première.

Les coûts de production, d'emballage, d'entreposage et de livraison sont également à examiner. Des trois types de plants, les plants non rabattus sont les plus grands et donc les plus coûteux à manipuler. Puisqu'ils doivent être examinés un à un et taillés pour éliminer les fourches, leur coût de production ne diffère pas de ceux des plants rabattus mais leur coût d'emballage, d'entreposage et de livraison sont nécessairement plus élevés. Des trois types de plants, les plants produits en récipients sont les plus petits et ce sont les seuls à être produits en une saison de croissance. De plus, leur mode de production en serre-tunnel constitue une barrière physique à la propagation de l'anthracnose. Donc, en plus de coûter moins cher que les autres, ces plants sont généralement livrés à peu près exempts de maladie. Leur allure plus chétive que celle des plants à racines nues les rend cependant moins attrayants.

Les plants à racines nues rabattus à la pépinière possèdent de leur côté plusieurs avantages. Le rabattage réduit le choc de transplantation, particulièrement pour les plants de fortes dimensions, en rétablissant l'équilibre entre les racines et le feuillage (Harmer et Baker 1995). Il contribue à améliorer les rapports entre la hauteur du plant et le diamètre (H/D) ainsi qu'entre la tige et ses racines (T/R) (Robitaille 1998). Il favorise le développement d'une flèche terminale unique et bien formée, particulièrement pour les espèces à bourgeons alternes (Hubert et Courraud 1987), comme le Chêne rouge. Le rabattage n'a pas d'impact sur la croissance et n'entraîne aucune détérioration de l'état de santé ou de déformation de la tige du Chêne rouge (Steiner *et al.* 1990, Zaczek *et al* 1993). Soulignons que cette intervention facilite les étapes de triage, d'emballage, d'entreposage et de transport des plants. Elle contribue également à réduire la fréquence de l'anthracnose sur les plants de Chêne rouge en jeune âge, comme démontré dans la présente étude. On peut l'employer pour la majorité des feuillus produits à racines nues, si le contexte phytosanitaire ou de production l'exige (Hubert et Courraud 1987). Dans le Nord-Est des États-Unis, on recommande fréquemment cette technique pour le Chêne rouge en plantation (Johnson 1989, Johnson *et al.* 1986, Steiner *et al.* 1990, Zaczek *et al.* 1993). Par contre, l'apparence d'un plant dont la tête a été sectionnée sème quelques doutes sur sa performance en plantation chez les producteurs forestiers.

Même si l'expérience indique qu'il n'existe aucune différence entre les type de plants en ce qui a trait à leur survie ou leur croissance, il faut préciser que celle-ci s'est déroulée dans des conditions particulières. Nous avons délibérément limité la maîtrise de la végétation concurrente à un ou deux fauchages l'an. L'absence de maîtrise adéquate de la concurrence peut augmenter la susceptibilité aux maladies (Balleux et van Lerberghe 2001, Robitaille 2002). Il s'agissait alors d'un bon moyen pour favoriser le développement de l'anthracnose pour les Chênes rouges porteurs du pathogène. L'insuffisance des mesures de protection a pu entraîner une réduction de croissance, comme la littérature le souligne abondamment (Cogliastro 1993), et par ce fait même une accumulation de différences entre les types de plants.

Dans une expérience concomitante réalisée dans la même station, des Chênes rouges à racines nues non rabattus du même âge et de la même provenance que ceux de cette expérience étaient en moyenne 1,7 m plus haut et avaient un DHP de 2,4 cm supérieur lorsqu'ils étaient protégés par des paillis de polythène plutôt que sans protection (Robitaille 2002, données non présentées). Par ailleurs, Zakzek *et al.* (1993) ont observé que la performance des plants de Chêne rouge 2-0 à racines nues, exprimée en regard de la croissance en hauteur et de la survie, était nettement supérieure à celle des plants 1-0 produits en récipients. Ils n'ont cependant pas noté de différences entre des plants 2-0 à racines nues rabattus et non rabattus. Donc dans des conditions plus favorables à la croissance du Chêne rouge, les résultats auraient pu être très différents.

Au sujet de la présence des signes de l'anthracnose pour les trois types de plants, les conditions expérimentales ont peut-être influencé les résultats. Au cours de la première saison de croissance, la proportion de sujets montrant des signes de l'anthracnose était significativement plus élevée pour les plants non rabattus que pour les deux autres types de plants. La saison suivante, on observait une proportion semblable de sujets pour les trois types de plants. On pourrait arriver à la conclusion hâtive que quoi que nous fassions, l'anthracnose finit toujours par atteindre les jeunes plants. Il faut cependant reconnaître que l'exiguïté des lieux et la nature de l'expérience nous empêchaient d'isoler physiquement les parcelles de Chênes rouges non rabattus, porteurs potentiels de la maladie, de celles contenant des plants non rabattus ou

produits en récipients. Il est clair que la contiguïté des parcelles était favorable à la transmission du pathogène aux deux autres types de plants. Aussi, l'absence de mesures adéquates de maîtrise de la végétation a pu provoquer le dessèchement de la flèche terminale sans que la maladie y soit nécessairement associée. Il est en effet fréquent d'observer la mort de la flèche terminale de l'année précédente pour les jeunes plants de Chêne rouge qui souffrent de la concurrence herbacée (Boudru 1986, Courraud 1984, Zakzek *et al.* 1993).

Conclusion

La forte proportion de plants non rabattus montrant des signes de dessèchement de la flèche terminale après la première saison de croissance est indicatrice de l'ampleur du problème de l'anthracnose dans les plantations de Chêne rouge fraîchement établies. Bien que cette maladie ne semble pas entraîner de graves conséquences sur la performance des Chênes rouges, il faut admettre que pour les pépiniéristes, cette situation est embarrassante. De livrer des plants malades en connaissance de cause enfreint les normes de qualité que ceux-ci doivent respecter. Il importait donc de trouver rapidement une solution qui permettait de réduire substantiellement la présence de l'anthracnose dans les stocks de Chênes rouges destinés à la plantation. Deux catégories d'action étaient alors envisageables : des mesures préventives ou des mesures curatives.

Les mesures préventives consistent à empêcher le pathogène d'infecter le stock de Chênes rouges. L'utilisation préventive de pesticides dans les planches de production des plants à racines nues, la destruction à l'automne des feuilles porteuses de l'inoculum qui tombent au sol et la production de plants en récipients dans des serres-tunnels constituent des moyens d'y parvenir. Si la première des trois méthodes est efficace pour réduire l'incidence de la maladie et que cette action cadre bien dans la stratégie d'utilisation rationnelle des pesticides, celle-ci devrait être privilégiée. En effet, des plants 2-0 à racines nues, exempts de maladie, qui amorceraient leur nouvelle pousse à partir des bourgeons apicaux de la flèche terminale, représentent un choix plus avisé car leur potentiel de survie et de croissance est normalement plus élevé que celui des plants 1-0 produits en récipients (Zakzek *et al.* 1993). Aussi, de récolter à l'automne et détruire les feuilles mortes dans les planches de production représente une option peu envisageable étant donné l'effort à déployer et les coûts de main-d'œuvre qui s'y rattacheraient.

Les mesures curatives visent à éliminer la présence du pathogène dans les plants avant que ceux-ci soient livrés. Le rabattage représente un moyen intéressant d'y parvenir car la propagation du chancre à l'intérieur de la tige est très restreinte et le risque d'infection ultérieure assez minime. Il est donc facile d'éliminer le pathogène en taillant les plants sous la zone infectée pendant l'opération de triage. Cette technique simple permet par ailleurs de conserver tout le potentiel de croissance des plants 2-0 à racines nues et de mettre en circulation des plants qui auraient été autrement rejetés. Aussi, la présence de trop nombreux défauts de forme dans la cime, qui ferait en sorte de rejeter les plants, peut être corrigée si la taille est effectuée en dessous des défauts. Il n'y a aucune conséquence néfaste sur la performance des plants de Chêne rouge à les rabattre jusqu'à une hauteur minimale de 15 cm au-dessus du collet (Johnson *et al.* 1986, Zakzek *et al.* 1993). Nous avons démontré, à l'intérieur des limites d'application des résultats de cette expérience, que le rabattage ne cause pas de mortalité supérieure ou de retard de croissance par rapport aux plants non rabattus.

Le choix de l'une ou l'autre technique pour réduire les problèmes reliés à l'anthracnose du Chêne rouge repose entre les mains des pépiniéristes. Il est certainement souhaitable d'éliminer la présence de cette maladie dans les plants de Chêne rouge destinés au reboisement. L'option la plus judicieuse est celle qui entraînerait les coûts les moins élevés pour un succès maximal de l'établissement de la plantation, dans le respect de la qualité de l'environnement. Le rabattage et l'utilisation rationnelle de pesticides apparaissent comme les deux meilleures solutions.

Remerciements

Mesdames Michèle Tourigny et Michelle Bettez de la pépinière de Berthier ont collaboré à la conception du projet. L'implantation du dispositif sur le terrain, les mesurages, les cueillettes d'échantillons de sol et une partie de la validation des données ont été supervisés par M. François Lacombe, techn.for. Monsieur Réjean Villeneuve a réalisé les travaux de mise en terre des plants. Madame Julie Forgues, techn.for., et M. Martin Dupuis ont participé aux travaux d'établissement du dispositif, de cueillette d'échantillons et de mesurage. Madame Jolène Lemieux, techn.for., a complété la validation des données et M. Louis Blais, statisticien, a réalisé les analyses statistiques. Les commentaires de MM. Alain Cogliastro, Jean-Claude Ruel et André Rainville ont été également très appréciés. La mise en page et l'édition de cet ouvrage ont été réalisés respectivement par Mme Sylvie Bourassa et M. Pierre Bélanger.

Références

Ansseau, C., G. Gagnon et L. Vaseur, 1996. *Écologie forestière. B. Domaine de l'érablière à tilleul.* Dans : Ordre des ingénieurs forestiers du Québec et Presses de l'Univ. Laval. Manuel de foresterie. pp. 171-183.

Balleux, P. et P. van Lerberghe, 2001. *Le boisement des terres agricoles.* Institut pour le développement forestier. Paris. 128 p.

Bazin, P., 1990. *Boiser une terre agricole.* Institut pour le développement forestier. Paris. 64 p.

Boudru, M., 1986. *Le chêne rouge d'Amérique.* Dans : Forêt et sylviculture. Presses agronomiques de Gembloux. pp. 114-157.

COGLIASTRO, A., D. GAGNON et A. BOUCHARD, 1993. *Effet des sites et des traitements sylvicoles sur la croissance, l'allocation en biomasse et l'utilisation de l'azote de semis de quatre espèces feuillues en plantation dans le sud-ouest du Québec*. Can. J. For. Res. 23 : 199-209.

COURRAUD, R., 1984. *Causes de la mauvaise reprise du Chêne rouge d'Amérique*. Forêt-Entreprise, fév. 1984 : 22-23.

DORAIS, P., 1991. *Performance des plantations établies dans les forêts publiques du Québec entre 1980 et 1989*. Gouv. du Québec, min. des Forêts. 91 p.

DUMONT, M., 1995. *Plantation des feuillus nobles : guide*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de l'assistance tech. 126 p.

DUPUIS, M., 1997. *Plantation de feuillus de grande valeur en friche herbacée : impacts éco-physio-morphologiques de diverses méthodes de répression de la végétation*. Univ. Laval, Fac. foresterie et géomatique. Thèse M.Sc. 223 p.

ENVIRONNEMENT CANADA, 2001. *Bulletin des tendances et des variations climatiques pour le Canada*. Serv. météor. Canada, Dir. rech. climatol. Page Web : http://www.msc-smc.ec.gc.ca/ccrm/bulletin/french/page2.htm.

HARMER, R. et C. BAKER, 1995. *An Evaluation of Decapitation as a Method for Selecting Clonal* Quercus petrea *(Matt.) Liebl. with Different Branching Intensities*. Ann. Sci. For., 52 : 89-102.

HUBERT, M. et R. COURRAUD, 1987. *Élagage et taille de formation des arbres forestiers*. Institut pour le développement forestier, Paris.

JOHNSON, P.S., 1989. *A Prescription for Planting Northern Red Oak*. USDA For. Serv., North Central For. Exp. Stn., Third Workshop on Seedling Physiology and Growth Problems in Oak Plantings (Abstracts). Gen. Tech. Rep. NC-121 : 15.

JOHNSON, P.S., C.D. DALE et K.R. DAVIDSON, 1986. *Planting Northern Red Oak in the Missouri Ozarks : a Prescription*. North. J. Appl. For. 3(2) : 66-68.

LABRECQUE, P., 1999. *Étude de sensibilité*. Programme de valorisation des friches dans les rangs agricoles déstructurés du territoire de la MRC de Papineau. MRC de Papineau. 156 p.

PATRY, A., 1999. *Plantation de feuillus en milieu forestier*. Univ. Laval, Fac. de foresterie et de géomatique. Mémoire. 75 p.

ROBITAILLE, D., 1994. *Protection des plantations*. Dans : L'arbre en ville et à la campagne. Pratiques de végétalisation. C. Desmarais Éd. Actes du Colloque. Montréal, 2-3- novembre 1994. pp. 123-134.

ROBITAILLE, D. 1998. *Le rabattage des plants de feuillus : une solution efficace pour contrer la progression de l'anthracnose du Chêne rouge et pour corriger les plants de feuillus mal conformés*. Ministère des Ressources naturelles, Dir. rech. for. Feuillet interne. 2 p.

ROBITAILLE, D. 2002. *Protection des plantations de feuillus contre la végétation concurrente dans les friches herbacées : plantation de Beaumont – Résultats de 7 ans*. Ministère des Ressources naturelles, Dir. rech. for. Mémoire de recherche (en cours de rédaction).

SINCLAIR, W.A., H.H. LYON et W.T. JOHNSON, 1987. *Diseases of Trees and Shrubs*. Cornell University Press. Ithaca.

STEINER, K.C., J.J. ZACZEK et T.W. BOWERSOX, 1990. *Effects of Nursery Regime and Other Treatments on Field Performance of Northern Red Oak*. USDA For. Serv., North Central For. Exp. Stn., Fourth Workshop on Seedling Physiology and Growth Problems in Oak Plantings (Abstracts). Gen. Tech. Rep. NC-139 : 11.

TRUAX, B., 1995. *Restauration écologique des forêts de feuillus par plantation*. Dans : Potvin, C. et D. Cantin (Éd.). Bilan de la santé des forêts du Québec. 15 p.

TRUAX, B. et D. GAGNON, 1994. *Réduction de l'utilisation des phytocides en plantation d'arbres feuillus de valeur par l'utilisation de friches d'espèces arborescentes pionnières comme sites potentiels de reboisement*. Gouv. du Québec, min. des Ress. nat., Dir. de la recherche forestière. Rapport interne. 17 p.

TRUAX, B., F. LAMBERT et D. GAGNON, 2000. *Herbicide-Free Plantations of Oaks and Ashes Along a Gradient of Open to Forested Mesic Environments*. For. Ecol. Manage. 137(1-3) : 155-169.

VON ALTHEN, F.W., 1979. *Guide relatif à la plantation des bois durs sur les terres agricoles abandonnées au sud de l'Ontario*. Serv. can. des forêts. Centre de recherche forestière des Grands-Lacs, Sault-Sainte-Marie. 43 p.

ZACZEK, J.J., K.C. STEINER et T.W. BOWERSOX, 1993. *Performance of Northern Red Oak Planting Stock*. North. J. Appl. For. 10(3) : 105-111.

2002-3059

ISBN 2-550-30119-5
Dépôt légal 2002
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
© 2002 Gouvernement du Québec

Ressources naturelles
Québec